



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL**

**Modelagem do balanço hídrico na microbacia da região de Tabuleiro Costeiro do  
Brasil**

Área do conhecimento: Ciências Agrárias  
Subárea do conhecimento: Engenharia Agrícola  
Especialidade do conhecimento: Hidrologia

Relatório Final

Período da bolsa: de agosto de 2017 a julho de 2018.

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

**PICVOL**

Orientador: ANDRÉ QUINTÃO DE ALMEIDA  
Autor: MARCOS VINÍCIUS DE SOUZA CHAVES



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

## **SUMÁRIO**

<b>1. ATIVIDADES REALIZADAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGIA OU DESCRIÇÃO TÉCNICA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4. PRECIPITAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.5. EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.6. BALANÇO HÍDRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>18</b>
<b>6.PERSPECTIVAS.....</b>	<b>18</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>19</b>



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

## **1. ATIVIDADES REALIZADAS**

- Delimitação da área da microbacia de estudo;
- Construção do vertedouro;
- Registro e monitoramento do clima da microbacia (velocidade do vento, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluvial);
- Coleta de dados de vazão do cursos d'água;
- Calibração de sonda capacitava para leitura de umidade no solo;
- Calibração do vertedouro;
- Análise dos dados e resultados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

A forma de movimento hídrico de uma bacia hidrográfica está ligada a características como sua forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo e do tipo da cobertura vegetal. Define-se como bacia hidrográfica de um rio, em um dado ponto, a superfície limitada por um contorno, dentro do qual toda a água precipitada, quando não é evaporada, infiltrada ou retida, escoar para aquele ponto (SANTOS et al., 2001). O fornecimento, ou seja, a disponibilidade natural de água para uma determinada região é dependente do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico envolve os processos físicos da evaporação, transpiração, precipitação, infiltração, percolação, escoamento superficial, subsuperficial e base, além da vazão, que representam os diferentes caminhos pelos quais a água circula nas três fases do sistema Terra: hidrosfera, litosfera e atmosfera (LIMA, 1976).

A complexidade do estudo do comportamento da água se torna alta devido aos fatores envolvidos como as características do solo e vegetação. Estes fatores são mutáveis com o tempo e tem comportamento irregular, portanto por mais preciso que seja o modelo matemático é necessário confrontar os dados com a realidade devido a essa mutabilidade de diversos fatores (SANTOS et al., 2001). Durante o ciclo da água o seu fluxo de infiltração, redistribuição, evaporação e absorção de água pelas plantas, são processos interdependentes



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

e, na maioria das vezes, ocorrem simultaneamente. Para estudar o ciclo da água faz-se necessário considerar o balanço hídrico. Este nada mais é do que a somatória das quantidades de água que entram e saem de um elemento de volume de solo e, num dado intervalo de tempo, o resultado é a quantidade líquida de água que nele permanece disponível às plantas (REICHARDT, 1985). Outra definição, segundo PEREIRA et al.(2002), seria: balanço hídrico é a maneira de contabilizar e monitorar a quantidade de água armazenada no solo e é resultado da aplicação do princípio de conservação de massa para a água num volume de solo vegetado.

Tem se para o ciclo hidrológico os elementos de precipitação e evaporação como as mais importantes. No município de Balsas, no estado do Maranhão, foi constatado um alto potencial de evapotranspiração, onde a taxa anual média é de 1720 mm e para precipitação de 1175 mm médios anuais, sendo classificada como uma região de clima tropical quente e úmido (PASSO et al. 2017).

Em estudo similar, realizado na região de Minas Gerais e com cobertura vegetal característica de mata atlântica, utilizando o mesmo modelo matemático (Penman Monteith), foram encontrados resultados de: “Em termos do balanço hídrico, a evapotranspiração correspondeu a 89% do total precipitado, a drenagem profunda a 13,6% e a variação do armazenamento foi ligeiramente negativa durante o período de análise” (PEREIRA et al.; 2009).

O balanço deve ter complexidade definida através do tamanho da bacia a ser estudada e o tipo de estudo também deve ser contabilizado (o fim que irá tomar o resultado de balanço hídrico), alguns valores que poderiam não ser contabilizados em grandes bacias numa grande variação de tempo, com a diminuição da área de estudo os demais fatores passam a ter maior relevância para seu estudo, assim, em pequena escala tornasse interessante analisar a interceptação, infiltração, percolação e escoamento superficial, que são significativos para pequenas áreas e são bastante relevantes para entendimento dos processos hidrológicos. Nesse meio termo, ou seja, entre a ocorrência da precipitação e a vazão de saída da bacia, decorrem todos os processos demais, compondo o ciclo hidrológico. SILVA et al.(2013), mostram também a grande diferença no tipo de modelo a



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

ser adotado e que a alteração do modelo de balanço para sua região trouxe um acréscimo de evapotranspiração anual de 803 para 1298mm na região do Rio Doce.

Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Marcela, em estudo que teve como objetivo analisar a recarga hídrica, o componente de maior influência no balanço hídrico é a evapotranspiração, sendo sua participação de 56,7% da precipitação na média geral (PONTES et al. 2016), então mesmo sem caracterizar todos os fatores, classificar os principais elementos do balanço hídrico trazem boas aproximações para o estudo do balanço hídrico em bacias hidrográficas. Ainda podem vir a ocorrer os diversos usos da água pela população residente na bacia, como captação de água para abastecimento doméstico, uso para lazer, banho, lançamento de esgotos e efluentes industriais (PAZ, 2004).

A obtenção dos resultados das variáveis do balanço tem variação com mudança de clima, relevo e tipo de solo. BRANDÃO et al.(2015), discutem a interferência da cobertura vegetal para a classificação climática no Noroeste do Rio de Janeiro “é necessário além das análises dos elementos do clima, avaliar o histórico dos usos da terra em determinada área ou local”, continua explicando “transformações passadas e atuais no meio físico podem acarretar em sensíveis alterações no balanço hídrico, na precipitação e na temperatura” e conclui “transformou a exuberante floresta nativa de Mata Atlântica por um cenário semelhante ao semiárido nordestino” (BRANDÃO et al. 2015).

Trabalhos como de MARTIN et al.(2012), mostram a importância do balanço hídrico e classificação climática para todas as áreas de estudo envolvidas e qual a necessidade de registrar e analisar os dados dos principais componentes do balanço hídrico. O autor através dos dados de clima registrado traz a simulação de plantios de soja em 33 regiões do estado de São Paulo e alguns municípios de estados próximos, determinando os melhores locais para o cultivo da soja nos estados de São Paulo.

Tendo um julgamento mais ecológico fazemos observação é dito por SILVERIA et al.(2017): “Se as atividades antropogênicas não permitirem que haja a regeneração ambiental, o equilíbrio clima-vegetação será afetado, conduzindo a uma condição mais quente e seca, que por sua vez, implicará em graves consequências para os ecossistemas da



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Amazônia”, em estudo realizado para determinar a redução de precipitação e transporte de umidade da bacia amazônica. Para o caso da região Tabuleiro Costeiros do Nordeste do Brasil, a proposta nos apresenta um retorno fundamental, a evapotranspiração da cultura nativa dessa bacia hidrográfica tendo em vistas as condições climáticas da região costeira e a classificação climática.

### **3. DESCRIÇÃO TÉCNICA DAS ATIVIDADES**

Para iniciar o trabalho na bacia foram seguidos os seguintes passos: delimitação da bacia, instalação do vertedouro, instalação do linígrafo e instalação dos pontos para coleta de dados do armazenamento de água no solo.

O vertedouro com barragem de alvenaria e chapa de aço com seção triangular e os pontos de medição da umidade no solo foram feitos pelos funcionários do Campus Rural com o devido acompanhamento.

#### **3.1. ÁREA E PERÍODO DE ESTUDO**

O trabalho foi realizado na microbacia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), localizada no Campus Rural da instituição, no município de São Cristóvão - SE, entre as coordenadas 10°55'38" e 10°56'00" Sul e 37°12'21" e 37°12'00" Oeste (Figura1). A bacia possui uma área aproximada de 32 ha com relevo suave, com temperatura média anual do ar de 28 °C e precipitação pluvial anual média próxima de 1200 mm ano<sup>-1</sup> e altitude média de 150 m. Sua cobertura é constituída predominante por Mata Atlântica (~ 80%). Tendo como solos característicos Argissolo Vermelho e Amarelo. A região foi delimitada de modo que todas as águas incidentes naquela região convergissem para o mesmo curso d'água, e no ponto que recebia toda a contribuição foi instalado o vertedouro e forma registrados e analisados os dados de clima para estudo de 1º de julho de 2017 a 31 de maio de 2018.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

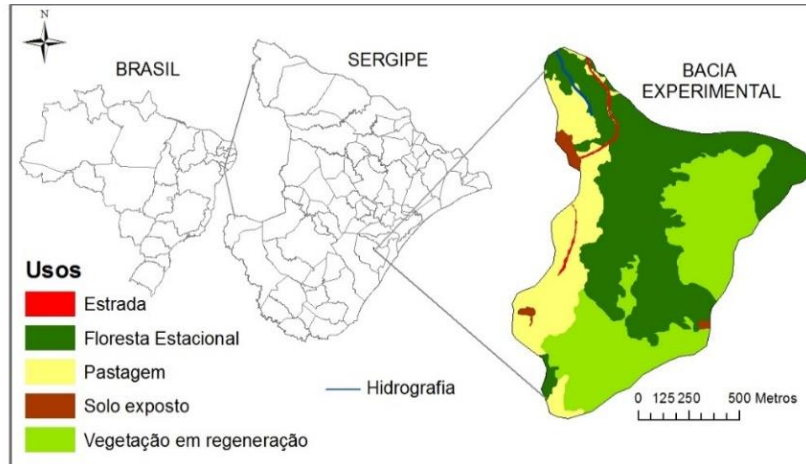


Figura 1. Localização da área de estudo.

### 3.2. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Para calibrar o linígrafo do vertedouro foram feitas medições em campo (Figura2). O método adotado para o campo foi determinar quanto volume escoava em um tempo fixo em várias repetições para então obter uma boa aproximação de média para as leituras do equipamento. Assim, através da Equação 1 foi possível determinar a vazão consultada no aparelho no instante em que foram coletadas as medidas.

$$Q = V t^{-1} \quad (1)$$

em que,  $Q$  é a vazão, em  $m^3 s^{-1}$ ;  $V$ , é o volume, em  $m^3$ , e  $t$ , o tempo, em s.

Sabendo que o vertedouro tem formato triangular com ângulo de  $90^\circ$ , sabe-se a altura necessária para a vazão medida em campo, assim foi calibrado o equipamento.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



Figura 2. Calibrando o linígrafo em campo para medição da vazão.

A conversão dos fatores trata se apenas de analisar fisicamente o seu significado, assim sabendo que a umidade é dada em uma porcentagem de quantidade de água basta multiplicar pela profundidade que o valor representa em milímetros.

O escoamento superficial através da vazão traz apenas o pressuposto simples que: toda água que não infiltrou na área a cima do vertedouro desce através da barragem do vertedouro, podendo então ser lida pelo linígrafo e transformado em milímetros manipulando a Equação 1 da seguinte maneira:

$$Q = V.t^{-1}, \text{porém } V = A.h * 1000 \quad (1)$$





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

em que,  $Q$  é a vazão, em  $m^3 s^{-1}$ ;  $V$ , é o volume, em  $m^3$ , e  $t$ , o tempo, em s,  $A$  é a área da bacia em  $m^2$ ,  $h$  é a lâmina de água em mm e 1000 é o fator de conversão de metros para milímetros.

A área que será utilizada é a área a cima do vertedouro dentro da micro bacia que foi delimitada em 32ha. Para que haja coerência, o tempo para transformação do escoamento nessa fórmula tem que ser igual aos intervalos de medição da umidade e assim, através da equação 2, determinar a evapotranspiração da cultura.

### 3.3 ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

O outro equipamento a ser calibrado é o Diviner 2000®, Sentek Pty Ltda., Austrália, que faz uma medição indireta para umidade do solo. O equipamento trabalha como uma sonda capacitiva, não entra em contato com o solo e mede a umidade em diversas profundidades. Como uma sonda capacitiva o Diviner não mede o nível de umidade, mas sim a capacitância resultante do meio água, ar e solo, devendo ser calibrado então para cada tipo de solo, já que a composição de cada solo altera a sua condutividade. Assim, para calibra-lo é necessário somente a umidade real do solo e sua medição para relaciona-los e determinar quanto vale cada medida feita no aparelho. Para obter mais precisão foi feita uma amostragem de solo (Figura 3) para medir a umidade quando o mesmo estava aproximadamente saturado, quando o solo está com seus poros cheios de água, e outra será feita próxima ao ponto de murcha, solo seco.

São coletados periodicamente dados de 7 pontos que variam de profundidade entre 50 a 80 cm, que foram escolhidos a cima do vertedouro para que pudessem ser conciliados aos dados de escoamento e variação de umidade do solo com a área a cima do vertedouro e em altitudes diferentes, próximos e afastados da corrente de água para que pudessem ser generalizados os dados para toda região.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



Figura 3. Coleta de dados de umidade de solo.

### 3.4. PRECIPITAÇÃO

A estação climatológica utilizada no estudo foi a Estação Meteorológica E5000, Irriplus, que mediu a precipitação da região do início de julho de 2017 até junho de 2018. Com base nesses fatores será desenvolvida a equação 2 de balanço hídrico da bacia.

### 3.5. EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Através dos dados climáticos (precipitação, velocidade do vento, radiação) será calculada a evapotranspiração potencial (ET<sub>p</sub>). ET<sub>p</sub> é a evaporação de devido à transpiração de uma superfície totalmente coberta de uma cultura de referência (normalmente gramado em pleno crescimento sem restrição hídrica, com estresses climáticos reduzidos), sendo então uma variável meteorológica que é expressa a partir das



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

condições climáticas. O método utilizado para estimativa da ETP será Penman-Monteith parametrizado conforme o boletim 56 da FAO (ALLEN et al., 1998), através do ET0 Calculator da FAO.

Tendo em vista que as condições climáticas nem sempre são as ideais para o crescimento da vegetação, o valor encontrado na ETP é multiplicado por um fator de correção, chamado Kc, que varia de cultura para cultura. O produto de ETP com Kc é quem determina a evapotranspiração real (ETr). Logo, como o valor Kc para a mata nativa da região da microbacia é desconhecido, este, será a variável analisada na Equação (2) do balanço hídrico.

### 3.6. BALANÇO HÍDRICO

A partir dos dados coletados em campo nesse período é possível gerar um balanço de precipitação\vazão, assim, com todas as variáveis já medidas é possível estimar o Kc da cultura e fazer estimativa de resultados comparando a resultados obtidos em outros trabalhos ou com situações onde o Kc seria de culturas simulando, por exemplo, transformação da área para uma propriedade rural.

$$P = ETP + ES + \Delta R. \quad (2)$$

Em que, P é a precipitação, em mm, ETP é a evapotranspiração potencial, em mm, ES é o escoamento, em mm e  $\Delta R$  é a variação da umidade no solo em mm.

## 4. RESULTADOS

Os dados apresentados pela micro bacia durante o período de setembro de 2017 até maio de 2018 foram: precipitação total de 1003,22 mm, sendo uma média de 0,15 mm diários nesse período, com máxima de 20,33 mm no dia 18 de outubro de 2018, com períodos de baixa precipitação em novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018. A Evapotranspiração Potencial (ETP) registrada foi de 826,60 mm, e escoamento superficial



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

de 11,01mm. A distribuição desses fatores ao longo desse período estão apresentados nas Figuras 4, 5 e 6.

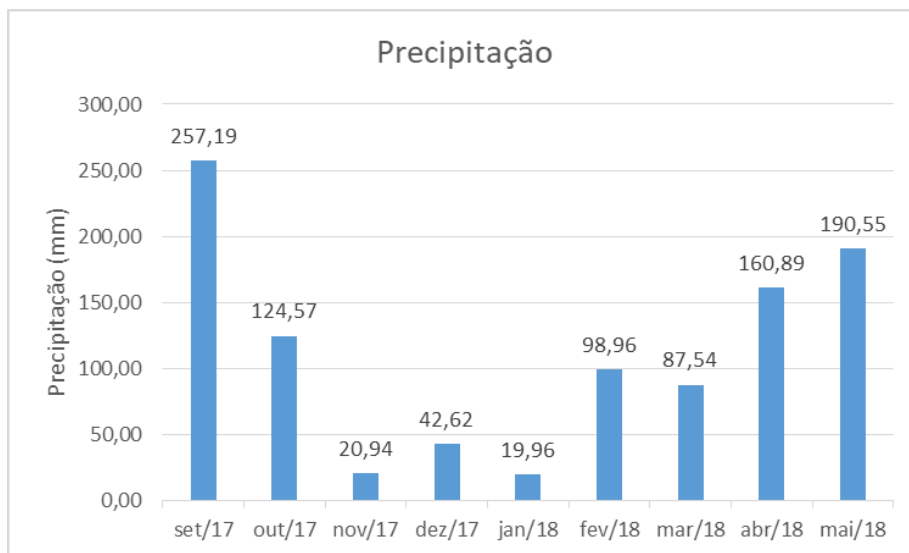


Figura 4. Gráfico distribuição de chuvas.

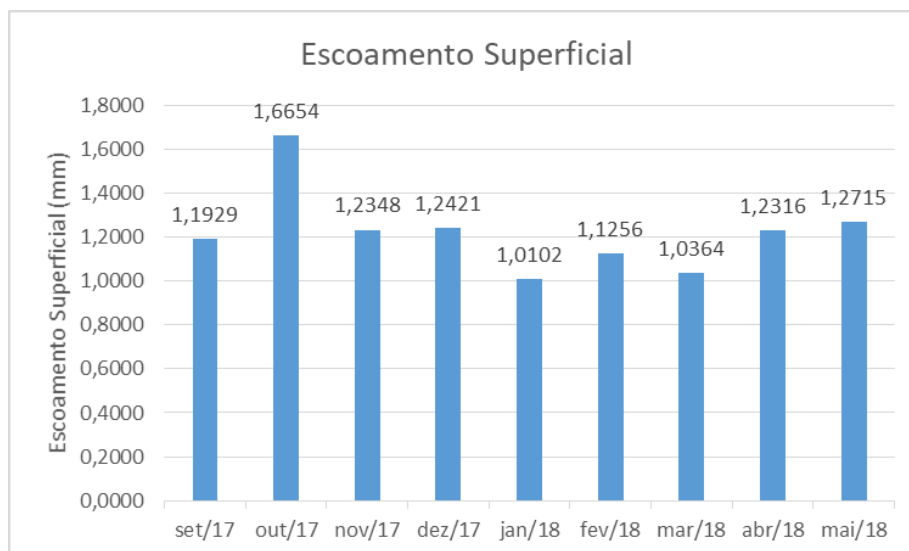


Figura 5. Gráfico distribuição do escoamento superficial.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

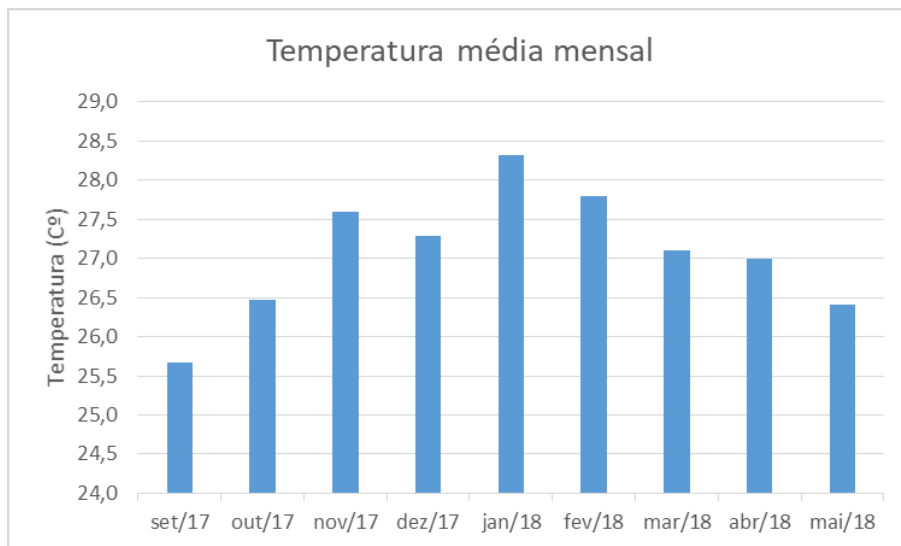


Figura 6. Gráfico de temperaturas mensais.

A ETP média do foi de 91,4mm durante o período de estudo, com máxima de 5,2 mm no dia 1º de janeiro de 2018, tendo valores mensais elevados onde a radiação teve maior intensidade, combinados com baixos valores de umidade. A relação dos dados climáticos está na Tabela 1 e a ilustração da distribuição da ETP no gráfico da Figura 6.

Tabela-1. Dados de clima e ETP mensais.

	Set/17	Out/17	Nov/17	Dez/17	Jan/18	Fev/18	Març/18	Abr/18	Mai/18
Vel. Vento (km/mês)	12,96	15,03	21,61	21,44	14,59	18,51	17,18	8,32	7,26
Temp. (°C)	25,7	26,5	27,6	27,3	28,3	27,8	27,10	27,00	26,41
Umidade (%)	85,92	86,43	83,94	83,65	76,90	83,69	74,08	60,40	84,16
Rad. (MJ/m².dia)	385.70	443.85	488.99	463.59	335.49	395.44	449.88	385.55	359.31
ETP (mm)	80.50	93.00	106.60	100.30	102.90	86.80	99.70	78.60	78.20

A ETP média do foi de 91,4mm durante o período de estudo, com máxima de 5,2 mm no dia 1º de janeiro de 2018, tendo valores mensais elevados onde a radiação teve maior intensidade, combinados com baixos valores de umidade. A relação dos dados climáticos está na Tabela 1 e a ilustração da distribuição da ETP no gráfico da Figura 7.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



Figura 7. Gráfico Evapotranspiração potencial.

Com volume total escoado de 11,01 mm no período o vertedouro não apresentou períodos secos, tendo uma lâmina máxima e mínima de 0,14 mm no dia 18 de outubro de 2017 e 0,01 mm dia 10 de janeiro de 2018 respectivamente. É possível observar como a bacia responde quase imediatamente na relação de escoamento superficial e precipitação no gráfico da Figura 9.

A micro bacia também apresentou em suas características climáticas temperatura média de 27,4 °C, obtendo valor máximo médio máximo de 28,3°C e no mês de janeiro de 2018 e mínima de 25,7°C no mês de setembro de 2017. É possível observar no gráfico da Figura 8 como a temperatura varia nesse período relacionando-a com a temperatura média, bem como a relação intrínseca da ETP com a temperatura da micro bacia no gráfico da Figura 10.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

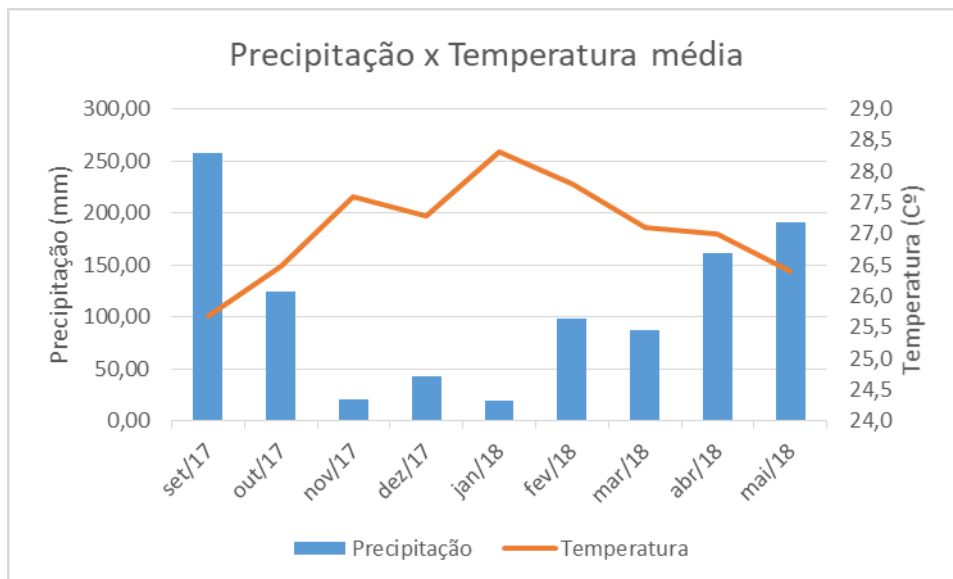


Figura 8. Relação precipitação temperatura.

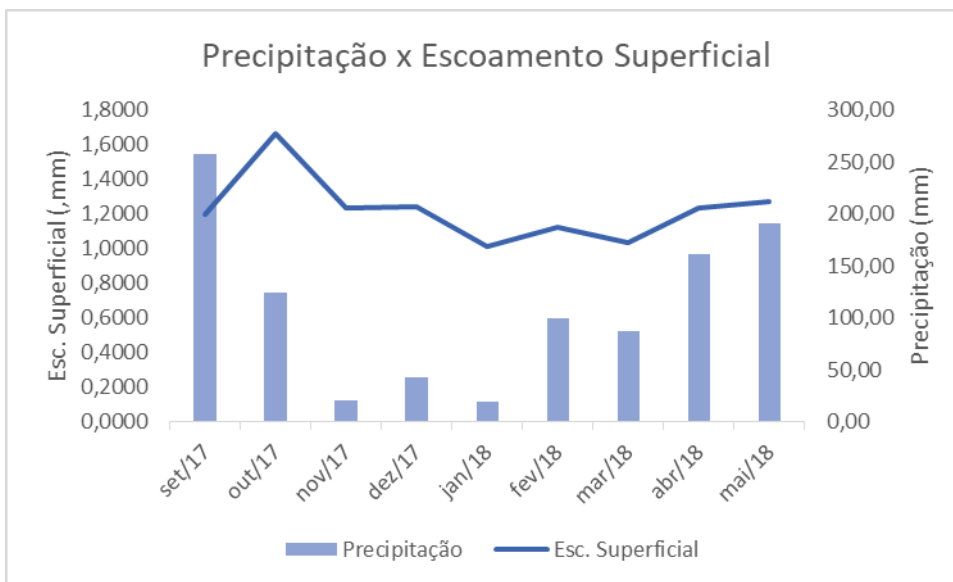


Figura 9. Esc. Superficial alterando de acordo a precipitação.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

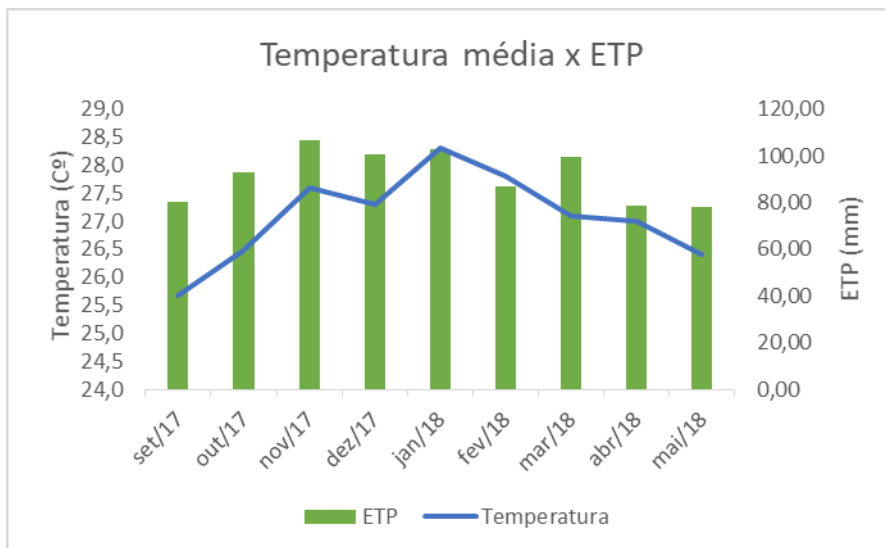


Figura 10. Variação da ETP com a temperatura média.

A ETP tem participação de 82,4% do valor da precipitação, e a vazão de 1,1% da mesma. Para determinação do  $K_c$  em uma micro bacia com as dimensões desta estudada, teríamos que o ideal, seria relacionar também a participação da umidade no solo. Porém, para fim de simplificar o modelo da bacia no atual momento podemos considerar a ETP na Equação 2, já que variação de umidade no solo ainda não apresenta dados concretos devido à indisponibilidade da relação entre a capacitância do solo e sua umidade devido às suas características. Porém através da Equação 2 do modelo seguido, pode se estimar de maneira simples o armazenamento de água solo, que está representado no gráfico da Figura 11.



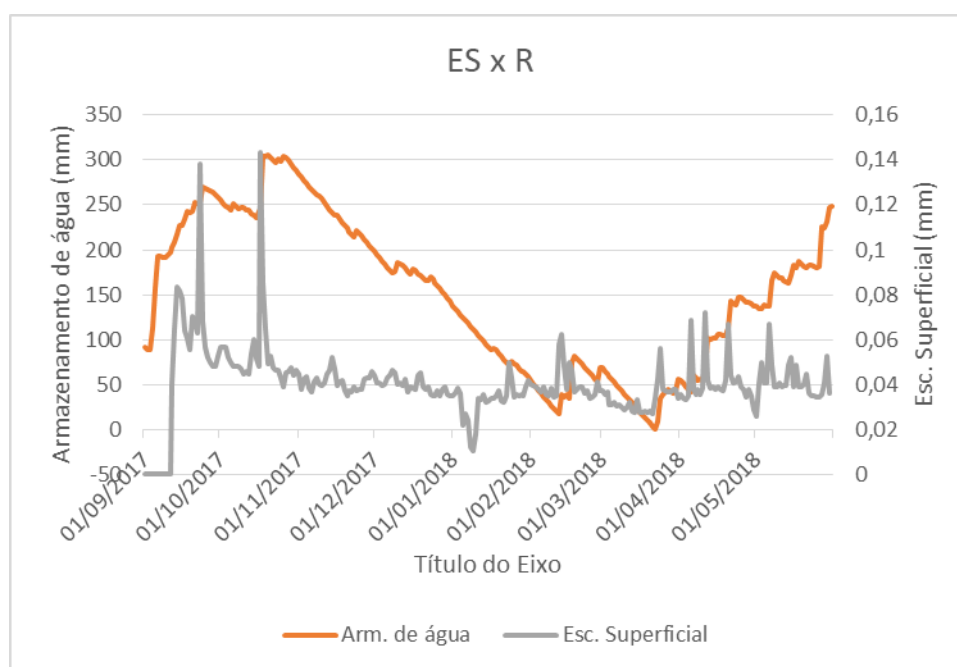


**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



Figura 11. Gráfico de disponibilidade de água no solo.

O gráfico da Figura 12 mostra a relação do escoamento superficial (ES) com o armazenamento de água no solo (R). Percebemos que devido a capacidade de armazenamento de água ser alta (característica do solo predominante na bacia hidrográfica, argissolo) e o uso da vegetação ser intenso, poucas vezes é registrado uma elevação no escoamento dentro da micro bacia.





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Figura 12 – Relação vazão e armazenamento.

## **5. CONCLUSÕES**

Bem como os resultados dos trabalhos similares a esse, a evapotranspiração apresentou participação intensa como o esperado de Mata Atlântica. Os valores de precipitação e a variação de armazenamento do solo resultaram dentro da expectativa desse trabalho.

## **6. PERSPECTIVAS**

A partir deste trabalho e dos dados até então coletados inicia se uma etapa de pesquisa que definirão clima da micro bacia, que permitirão generalizações para as bacias de características semelhantes próximas, servindo como uma pesquisa de apoio e referência para demais trabalhos sobre a região. O trabalho segue num plano de pesquisa de até que se encerre o período de 36 meses para classificação climática. E partir do resultado final desse plano, estimativas sobre a influência do manejo do solo irão demonstrar a importância da manutenção da Mata Atlântica, assim como aliar o desenvolvimento a sustentabilidade.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M.** 1998 – Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 326 p.;

**BERTONI J. C., & Tucci C. E. M.;** 2001 – Hidrologia Ciência e Aplicação;

**BRANDÃO, C. et al.;** 2015 – A Determinação do Perfil Climatológico do Município de Santo Antônio de Pádua-RJ e Sua Aplicabilidade na Recuperação de Áreas Degradadas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia;

**COSTA F. M.;** 2005 – Análise por Métodos Hidrológicos e Hidroquímicos de Fatores Condicionantes do Potencial Hídrico de Bacias Hidrográficas – Estudo de Casos no Quadrilátero Ferrífero (Mg). Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia Universidade Federal de Ouro Preto;

**LIMA, W. P.;** 1976 – Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ/USP;

**MARTIN, Thomaz et al.;**2012 – Modelo modificado de estimação da produtividade deplecionada e potencial da soja. <http://www.uem.br/acta> ISSN printed: 1679-9275 ISSN on-line: 1807-8621 Acta Scientiarum Doi: 10.4025/actasciagron.v34i4.15274;

**PASSO, M. et al.;** 2017 - Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas – MA. Revista SCIENTIA AGRARIA (Versão On-line ISSN 1983-2443\Versão Impressa ISSN 1519-1125) SA vol. 18 n°. 1 Curitiba Jan/Mar. 2017 p. 83-89.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**PAZ, Adriano;** 2004 – Hidrologia Aplicada. Rio Grande do Sul: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul;

**PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C.;** 2002 – Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas;

**PEREIRA, Donizete et al.;** 2009 – Evapotranspiração e estimativa das condutâncias aerodinâmica e estomática em um fragmento de mata atlântica na região da Serra da Mantiqueira, MG. Cerne, Lavras, v. 16, n. 1, p. 32-40.

**PONTES, L.et al.;** 2016 – Avaliação de modelo de balanço hídrico com base na estimativa da recarga potencial. Universidade Federal de Lavras (UFLA);

**REICHARDT, Klaus;** 1985 – Processos de Transferência no Sistema Solo-planta-atmosfera;

**SANTOS, I.et al.;** 2001 – Hidrometria Aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento;

**SILVA, Welliam et al.;** 2013 – Modelo de balanço de água e simulação do crescimento do eucalipto na bacia do rio doce, Brasil. <http://www.uem.br/acta> ISSN printed: 1679-9275 ISSN on-line: 1807-8621;

**SILVERIA, Luiz et al.;** 2017 – Reciclagem de Precipitação e Desflorestamento na Amazônia: Um Estudo de Modelagem Numérica. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, n. 3, 417-432, 2017 [rbmet.org.br](http://rbmet.org.br) DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230009>;